

学校编码: 10384

密级\_\_\_\_\_

学号: 22420101151334

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

拟穴青蟹蜕皮抑制激素与甲壳动物高血糖  
激素基因的克隆与表达分析

Cloning and expression of molt-inhibiting hormone and  
crustacean hyperglycemic hormone gene from the mud crab,  
*Scylla paramamosain*

付春茹

指导教师姓名: 陈学雷 副教授

专 业 名 称 : 海 洋 生 物 学

论文提交日期: 2013 年 5 月

论文答辩时间: 2013 年 5 月

2013 年 5 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日

# 目 录

缩略词中英文对照表.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	IV
第一章 前言 .....	1
1.1 甲壳动物的眼柄神经激素简介 .....	1
1.2 蜕皮抑制激素(MIH)研究概况 .....	3
1.2.1 MIH 的结构与功能 .....	4
1.2.2 MIH 的调控通路.....	6
1.3 甲壳动物高血糖激素(CHH)研究概况.....	6
1.3.1 CHH 的结构和功能 .....	6
1.3.2 CHH 的调控机制.....	8
1.4 研究目的和意义.....	9
第二章 拟穴青蟹 MIH 的分子克隆及表达分析.....	10
2.1 拟穴青蟹 MIH 的 cDNA 及 gDNA 克隆.....	10
2.1.1 实验材料.....	10
2.1.2 实验方法.....	11
2.1.3 结果与讨论 .....	22
2.1.4 小结 .....	32
2.2 拟穴青蟹 MIH 基因的相对实时定量表达 .....	32
2.2.1 实验材料.....	32
2.2.2 实验方法.....	32
2.2.3 结果与讨论 .....	35
2.2.4 小结 .....	39
第三章 拟穴青蟹 CHH 的分子克隆及表达分析.....	41
3.1 拟穴青蟹 CHH 的 cDNA 及 gDNA 克隆.....	41
3.1.1 实验材料.....	41

3.1.2 实验方法.....	41
3.1.3 结果与讨论.....	42
3.1.4 小结.....	52
3.2 拟穴青蟹 CHH 基因的相对实时定量表达.....	53
3.2.1 实验材料.....	53
3.2.2 实验方法.....	53
3.2.3 结果与讨论.....	53
3.2.4 小结.....	57
3.3 拟穴青蟹 CHH 的原位杂交定位.....	57
3.3.1 实验材料.....	57
3.3.2 实验方法.....	58
3.3.3 结果与讨论.....	62
3.3.4 小结.....	64
第四章 总结与展望.....	65
4.1 总结.....	65
4.2 创新点.....	65
4.3 展望.....	65
参考文献.....	66
在学期间参与的科研项目及成果.....	75
致谢.....	76

## Contents

Lists of abbreviation.....	I
Abstract in Chinese.....	II
Abstract in English.....	IV
Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 The neurohormones in the eyestalk of crustacea.....	1
1.2 Introduction of molt-inhibiting hormone .....	3
1.2.1 Structure and function of molt-inhibiting hormone.....	4
1.2.2 Mechanism of molt-inhibiting hormone .....	6
1.3 Introduction of crustacean hyperglycemic hormone.....	6
1.3.1 Structure and function of crustacean hyperglycemic hormone .....	6
1.3.2 Mechanism of crustacean hyperglycemic hormone.....	8
1.4 The objective and significance of this study.....	9
Chapter 2 Gene cloning and quantitative analysis of MIH from <i>Scylla paramamosain</i> .....	10
2.1 Cloning of cDNA and gDNA of MIH.....	10
2.1.1 Materials.....	10
2.1.2 Methods .....	11
2.1.3 Results and discussions .....	22
2.1.4 Conclusions.....	32
2.2 Real-time quantitative PCR analysis of MIH.....	32
2.2.1 Materials .....	32
2.2.2 Methods .....	32
2.2.3 Results and discussions .....	35
2.2.4 Conclusions.....	39
Chapter 3 Gene cloning and quantitative analysis of CHH from <i>Scylla</i>	

<i>paramamosain</i> .....	41
3.1 Cloning of cDNA and gDNA of CHH .....	41
3.1.1 Materials .....	41
3.1.2 Methods .....	41
3.1.3 Results and discussions .....	42
3.1.4 Conclusions .....	52
3.2 Real-time quantitative PCR analysis of CHH .....	53
3.2.1 Materials .....	53
3.2.2 Methods .....	53
3.2.3 Results and discussions .....	53
3.2.4 Conclusions .....	57
3.3 Hybridization in situ study of CHH .....	57
3.3.1 Materials .....	57
3.3.2 Methods .....	58
3.3.3 Results and discussions .....	62
3.3.4 Conclusions .....	64
Chapter 4 Conclusions and prospective .....	65
4.1 Conclusions .....	65
4.2 Innovations .....	65
4.3 Prospective .....	65
References .....	66
Research projects and achievements .....	75
Acknowledgements .....	76

## 缩略词中英文对照表

缩略词	英文全称	中文全称
cDNA	complementary DNA	互补脱氧核糖核酸
CHH	crustacean hyperglycemic hormone	甲壳动物高血糖激素
DDW	double distilled water	双蒸水
DNA	deoxyribonucleic acid	脱氧核糖核酸
dNTPs	deoxyribonucleoside triphosphate	脱氧核糖核苷三磷酸
gDNA	genomic DNA	基因组 DNA
GIH	gonad-inhibiting hormone	性腺抑制激素
LG	lamina ganglionaris	视神经层
ME	medulla externa	视外髓
MI	medulla interna	视内髓
MIH	molt-inhibiting hormone	蜕皮抑制激素
MOIH	mandibular-organ inhibiting hormone	大顎器官抑制激素
MT	medulla terminalis	视端髓
NCBI	national center for biotechnology information	美国国立生物信息中心
N-J	neighbor-joining	邻位相接法
ORF	open reading frame	开放阅读框
PCR	polymerase chain reaction	聚合酶链反应
PDH	pigment dispersing hormone	色素分散激素
RACE	rapid amplification of cDNA ends	快速扩增 cDNA 末端
RNA	ribonucleic acid	核糖核酸
RPCH	red pigment concentrating hormone	红色素聚集激素
RT	reverse transcription	反转录
XO-SG	X-organ-sinus gland	X 器官-窦腺复合体
Tm	melting temperature	退火温度



## 摘要

眼柄神经节的X器官-窦腺复合体(X-organ-sinus gland, XO-SG)是甲壳动物神经内分泌调控中心, 主要分泌四种激素: 蜕皮抑制激素(Molt-inhibiting hormone, MIH)、甲壳动物高血糖激素(Crustacean hyperglycemic hormone, CHH)、性腺抑制激素(Gonad-inhibiting hormone, GIH)、大颚器官抑制激素(Mandibular organ inhibiting hormone, MOIH)。由于这一组神经肽的一级结构与CHH许多相同之处, 它们就被统称作CHH家族神经激素(Crustacean hyperglycemic hormone, CHH)。MIH属于CHH家族II型神经肽, 对甲壳动物蜕皮有着明显的抑制作用。CHH属于CHH家族I型神经肽, 主要调控着甲壳动物体内的血糖水平, 维持着各个组织与器官的能量供应, 参与渗透压调节等作用。拟穴青蟹(*Scylla paramamosain*)是我国重要的海水养殖蟹类。本文采用分子生物学等方法对拟穴青蟹MIH和CHH基因开展了克隆与表达的研究。主要结果如下:

1)拟穴青蟹蜕皮抑制激素基因(Sp-MIH)的cDNA全长1226 bp, 开放阅读框为342 bp, 编码一个由113个氨基酸组成的多肽, 其中包括35个氨基酸组成的信号肽和78个氨基酸组成的成熟肽。Sp-MIH基因由2个内含子和3个外显子组成。同源性分析表明Sp-MIH在结构上较为保守, 与其他甲壳动物同源性很高。系统发育分析结果也表明Sp-MIH能与甲壳动物短尾类聚为一束。实时定量PCR结果显示, Sp-MIH分布于眼柄神经节和脑中, 且在眼柄神经节中高表达, 在非神经组织器官中几乎不表达。检测不同蜕皮期的眼柄神经节, 发现Sp-MIH mRNA的表达水平自蜕皮后期至蜕皮间期显著增加, 然后迅速降低, 至蜕皮晚前期达到最低, 表达量仅为蜕皮后期的一半, 该变化与MIH抑制蜕皮的生理功能相符。在不同卵巢发育期的神经组织器官(眼柄神经节、脑)中, Sp-MIH水平在卵黄发生前期持续升高, 待卵黄发生后表达水平有所下降, 但仍保持一定量来调控卵巢发育, 表明MIH可能参与初级卵黄发生的调控。

2)拟穴青蟹甲壳动物高血糖激素基因克隆获得两种异构体(Sp-CHH1和Sp-CHH2)。Sp-CHH1的cDNA全长1722 bp, 开放阅读框为426 bp, 编码141个氨基酸, 其中包括27个氨基酸组成的信号肽, 37个氨基酸组成的CHH前体相关肽(CPRP), KR位点和75的氨基酸组成的成熟肽。Sp-CHH2的cDNA全长1841 bp, 开放阅读框420 bp编码139个氨基酸, 其中包括27个氨基酸组成的信

号肽, 37 个氨基酸组成的 CHH 前体相关肽(CPRP), KR 位点和 73 的氨基酸组成的成熟肽。Sp-CHH1 和 Sp-CHH2 有相同的信号肽和 CPRP, 不同之处在于成熟肽。两个异构体成熟肽前 40 个氨基酸是一致的, 在成熟肽第 41 个氨基酸处出现明显差异。CHH 基因克隆得到 1 个内含子和 2 个外显子, 并发现一个微卫星位点。同源性分析表明 Sp-CHH 在结构上较为保守, 与其他甲壳动物同源性很高。系统发育分析结果表明 Sp-CHH 能与甲壳动物短尾类聚为一束。采用实时定量 PCR 方法分析, 结果显示 Sp-CHH 在眼柄神经节、脑、胸神经团、胃、肝胰腺、心脏、肌肉 7 个组织中表达, 在眼柄神经节内表达最高。检测眼柄神经节, 发现 Sp-CHH 在不同蜕皮期的表达趋势与 Sp-MIH 相似, 提示 CHH 也可能具有抑制 Y 器官分泌蜕皮激素的功能。对卵巢发育不同期眼柄神经节进行检测, 发现 Sp-CHH 在成熟之前表达量持续增长, 提示卵巢发育需要高表达量 CHH 的参与。眼柄神经节 Sp-CHH 原位杂交表明, Sp-CHH 主要分布在 X 器官中, 杂交信号强, 且主要分布于神经分泌细胞的细胞质内, 这与其他甲壳动物免疫组化的研究结果一致。

综上所述, 本研究从分子水平上对 Sp-MIH 和 Sp-CHH 的结构及功能进行探讨, 该研究可以丰富和充实青蟹内分泌生理的理论基础, 还可为青蟹养殖技术的创新提供理论支撑, 具有较重要的理论意义和潜在的应用价值。

**关键词:** 拟穴青蟹; 蜕皮抑制激素; 甲壳动物高血糖激素; 蜕皮; 生殖; 实时定量 PCR; 原位杂交

## Abstract

X-organ sinus gland complex of the eyestalk is crustaceans neuroendocrine regulation and control center, mainly secretes four kinds of hormones: including mol-tinhibiting hormone (MIH), crustacean hyperglycemic hormone (CHH), gonad-inhibiting hormone (GIH) and mandibular organ-inhibiting hormone (MOIH). These hormones have similar primary structures, so they are termed crustacean hyperglycemic hormone (CHH) neuropeptide family. MIH belongs to CHH family Group II, inhibits the synthesis of ecdysteroids by Y-organs. MIH belongs to CHH family Group I, acts to increase hemolymphatic glucose, in relation to carbohydrate metabolism and osmoregulation. *Scylla paramamosain* is the important marine economic crab. In this research, We study the MIH and CHH gene of *S. paramamosain* by molecular methods, the main results are offered as follows:

1) The full-length cDNA of Sp-MIH gene is 1226 bp. The open reading frame of 342 bp encodes a 113 amino acid, a 35 residue signal peptide would be cleaved from MIH precursor protein, yielding a mature peptide of 78 residues. The Sp-MIH gene is composed of 2 introns and 3 exons. The homology analysis showed that Sp-MIH is very conservative in sequence, which share high homologies with other animals. Phylogenetic analysis showed that the Sp-MIH can gather in crustacean clusters. Quantitative real-time PCR showed that Sp-MIH transcripts were detected mainly in the eyestalk ganglia and brain. Sp-MIH transcripts in eyestalk were stage-specific changed, consistent with the hypothesis that MIH negatively regulates ecdysteroid production during the molt cycle. Sp-MIH transcripts in neural tissues (eyestalk ganglia and brain) increased from un-developed stage to developing stage and reached the peak value at the developing stage, then declined afterwards. It suggested that MIH might be involved in the ovarian maturation in the mud crab.

2) This study received two isoforms of CHH (Sp-CHH1 and Sp-CHH2), The full-length cDNA of Sp-CHH1 gene is 1722 bp. The open reading frame of 426 bp encodes a 141 amino acid protein, a 27 residue signal peptide would be cleaved from a 37 residues CHH precursor-related peptide, putative dibasic processing site, yielding

a mature peptide of 75 residues. The full-length cDNA of Sp-CHH2 gene is 1841 bp. The open reading frame of 420 bp encodes a 139 amino acid protein, a 27 residue signal peptide would be cleaved from a 37 residues CHH precursor-related peptide, putative dibasic processing site, yielding a mature peptide of 73 residues. Sp-CHH1 and Sp-CHH2 have the same signal peptide and CHH precursor-related peptide, at 41th amino acid residue of mature peptide appeared significant difference. The Sp-CHH gene is composed of 1 intron and 2 exons, and found a SSR. The homology analysis showed that Sp-CHH is very conservative in sequence, which share high homologies with other animals. Phylogenetic analysis showed that the Sp-CHH can gather in crustacean clusters. Quantitative real-time PCR showed that Sp-CHH transcripts were detected in the eyestalk ganglia, brain, thoracic ganglion, stomach, hepatopancreas, heart, muscle, and the highest expression in the eyestalk ganglia. Sp-CHH transcripts in eyestalk were stage-specific changed, consistent with the Sp-MIH, suggested that CHH may inhibits the synthesis of ecdysteroids by Y-organs. Sp-CHH transcripts in eyestalk ganglia increased persistently before mature, it suggested that ovarian development needs high expression quantity of CHH. Sp-CHH expression in situ hybridization in the eyestalk ganglion of *S. paramamosain*, indicated the Sp-CHH mRNA located in the perikarya of neuroendocrine cells belonging to the X-organ of the medulla terminalis.

In this study, we have discussed the structure and function of MIH and CHH genes from the crustacean, *S. paramamosain*, which enrich the theoretical basis of endocrine physiology, and provide theoretical support for aquaculture technology of mud crab. It has the important theoretical significance and potential application value.

**Key words:** *Scylla paramamosain*; MIH; CHH; molt; reproduction; quantitative real-time PCR; in situ hybridization.

## 第一章 前言

### 1.1 甲壳动物的眼柄神经激素简介

甲壳动物的生命活动接受内分泌系统的精确调控。眼柄神经节是甲壳动物重要的神经中枢(Fanjul-Moles, 2006), 结构由外向内分为视神经层(Lamina ganglionaris, LG)、视外髓(Medulla externa, ME)、视内髓(Medulla interna, MI)和视端髓(Medulla terminalis, MT)四个部分组成(图 1-1)。X 器官(X-organ)位于视端髓的外缘, 窦腺(Sinus gland)位于视内髓与视端髓交界处的背方, 由窦腺壁与中央血窦腔组成, 窦腺壁由 X 器官神经分泌细胞轴突的末梢及神经胶质细胞交织而成(黄辉洋等, 2005)。Hanstrom 于 1993 年首次发现眼柄中的 X 器官和窦腺是内分泌器官, 并将窦腺描绘成神经血窦器。窦腺不具分泌功能, 是由神经内分泌细胞轴突末梢膨大形成, 起储藏和释放激素的功能。由 X 器官神经分泌细胞分泌的激素经轴突神经束, 运送至窦腺暂时储存, 后进入血淋巴循环(Bliss and Welsh, 1952; Fingerman, 1993), 二者称为甲壳动物眼柄神经节中的 X 器官-窦腺(XO-SG)复合体, 类似哺乳动物的下丘脑-神经垂体系统(De Kleijn and Van Herp, 1995; Fingerman, 1997)。XO-SG 复合体合成和分泌的多种神经多肽激素, 调控多项重要生理活动, 如甲壳动物的蜕皮、性腺发育、色素反应、代谢、渗透压调节等(Cooke and Sullivan, 1982; Keller, 1992; 蔡生力, 1998; Lacombe et al., 1999), 是甲壳动物重要神经内分泌器官。

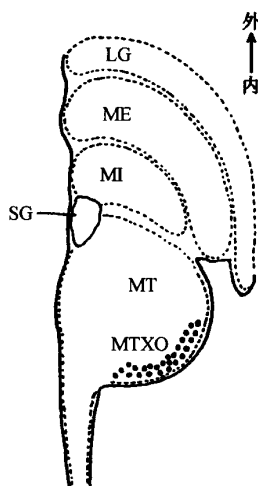


图 1-1 拟穴青蟹眼柄神经节解剖示意图(参照黄辉洋等, 2005)

LG: 视神经层, ME: 视外髓, MI: 视内髓, MT: 视端髓, SG: 窦腺, MTXO: 视端髓 X 器官

**Fig. 1-1 The schematic diagram of the eyestalk ganglion of *S. paramamosain* (quoted from Huang et al., 2005)**

LG: Lamina ganglionaris, ME: Medulla externa, MI: Medulla interna, MT: Medulla terminalis, MTXO: Medulla terminalis X-organ

甲壳动物的眼柄神经节神经激素可以分为两大类：促色素细胞激素(Chromatophorotropins)和甲壳动物高血糖家族激素(Crustacean hyperglycemic hormone, CHH)，后者包括蛻皮抑制激素(Molt-inhibiting hormone, MIH)、甲壳动物高血糖激素(Crustacean hyperglycemic hormone, CHH)、性腺抑制激素(Gonad-inhibiting hormone, GIH)和大颚器官抑制激素(Mandibular-organ inhibiting hormone, MOIH) (Van Herp, 1998; Webster, 1998)。CHH 家族神经肽主要由 X 器官合成，并在窦腺中贮存和释放。CHH 家族神经肽可分为 I 和 II 两型，I 型包括所有的 CHH, 前体是由信号肽、CHH 前体相关肽(CHH precursor-related peptide, CPRP)和成熟肽所组成(Lacombe et al., 1999; Chan et al., 2003; Chen et al., 2005); II 型包括 MIH、GIH 和 MOIH, 前体只由信号肽和成熟肽组成(Umphrey et al., 1998; Yodmuang et al., 2004)。迄今只在甲壳动物中发现 CHH 家族，此类激素是一些热稳定的肽类物质，在生化性质上有许多相似之处，如酸性等电点、疏水性、封闭的 C-或 N-末端(blocked terminal)、链内二硫键等，由于 CHH 家族神经肽的成员结构相似，具有功能多样性，所以甲壳动物生殖和发育是受多种神经激素和激素综合调控的(Chang et al., 1990; Tensen et al., 1991; Lee et al., 1995) (图 1-2)。由 CHH 家族在调控甲壳动物的糖代谢、蛻皮及变态发育、性成熟以及对环境的适应代谢等一系列重要的生理活动中起着关键作用，一直是神经内分泌的研究热点(Keller, 1992)。

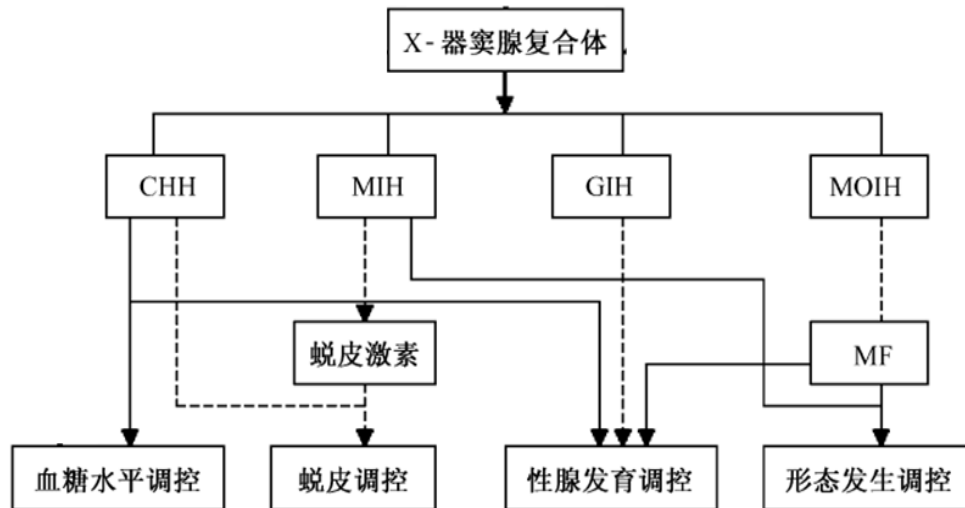


图 1-2 甲壳动物眼柄神经节神经内分泌调控作用示意图(参照 De klejin 和 Van Herp, 1995)

MIH: 蜕皮抑制激素, GIH: 性腺抑制激素, CHH: 甲壳动物高血糖激素, MOIH: 大颚器抑制激素, MF: 甲基法尼酯, 实线表示促进, 虚线表示抑制

Fig. 1-2 neurosecretory regulation of the eyestalk ganglion of crustacea (quoted from De klejin and Van Herp, 1995)

MIH: Molt inhibiting hormone, GIH: Gonad inhibiting hormone, CHH: Crustacean hyperglycemic hormone, MOIH: Mandibular organ inhibiting hormone, MF: Methyl farnesoate, real line means stimulation, broken line means inhibition.

## 1.2 蜕皮抑制激素(MIH)研究概况

甲壳动物个体发育过程中的蜕皮现象,即蜕去旧的外骨骼并长出新的外骨骼的过程。蜕皮是甲壳动物生长和发育的标志特征,贯穿甲壳动物个体发育的始终(蔡生力, 1998; 姚俊杰和赵云龙, 2006)。目前,主要有形态特征观察法(Freeman and Bartell, 1975; Van Herp and Bellon-Humbert, 1978); 和显微结构观察法(Bliss and Mantel, 1985)作为甲壳动物蜕皮周期的划分方法。在蟹类,主要以观察附肢新旧表皮变化及刚毛的生长程度并结合甲壳硬度和颜色的变化作为划分蜕皮周期的依据,其蜕皮周期可分为蜕皮后期、蜕皮间期、蜕皮前期三个期,每个期又可分成多个亚期(朱小明和李少菁, 2001; Pratoomchat et al., 2002)。

这种周期性的蜕皮过程贯穿着甲壳动物的生长,蜕皮是C-27类固醇的蜕皮激素所控制,蜕皮激素由位于甲壳动物头胸部前端的Y器所分泌(Spaziani, 1990)。

而位于眼柄的X器官-窦腺复合体分泌的CHH家族成员蜕皮抑制激素对于蜕皮过程又有着明显的抑制作用(Lachaise et al., 1993)。因此, X器官-窦腺复合体分泌的MIH以及Y器官分泌的蜕皮激素相互拮抗而进行调控蜕皮过程(Watson et al., 2001)。

甲壳动物的蜕皮腺为Y器官, 位于甲壳动物的鳃室前端, 在蟹类和虾类中呈现有所不同, 在蟹类中呈现为较为致密的一团, 而在虾类中则显得相对疏松。其主要作用是分泌蜕皮激素, 控制蜕皮过程。Y器官细胞超微结构在不同蜕皮阶段(蜕皮后期、蜕皮间期和蜕皮前期)呈现周期性变化(Hinsch, 1980)。

蜕皮甾酮(Ecdysone)为蜕皮激素的前体, 在Y器官中分泌后被运输到血淋巴后, 在20-羟蜕皮甾酮酶的作用下形成具有活性的20-羟蜕皮甾酮(20-OH-ecdysone), 即蜕皮激素。在甲壳动物中, 蜕皮激素的含量在蜕皮期中呈周期性的变化, 当蜕皮激素积累到至最高值时引起蜕皮现象的发生。甲壳动物的20-羟蜕皮甾酮有1个酮基和6个羟基, 具有明显的极性, 它在体内的运输方式为自由运输, 仅通过自由扩散就能进入细胞。然而, 在甲壳动物蜕皮激素研究当中, Spindler等(1984)发现蜕皮激素进入细胞的过程不单只有自由扩散, 还有有依靠能量的主动运输和依靠载体的伴随运送等方式。

### 1.2.1 MIH 的结构与功能

MIH由X器官神经分泌细胞分泌的激素经轴突神经束, 运送至窦腺暂时储存, 最后进入血淋巴循环, 是一种具有胰蛋白酶敏感性的肽, 一般蟹类由78个氨基酸组成, 而虾类则为77个。MIH属于CHH家族II型, 包括一个信号肽和一个成熟肽, 不同物种的MIH cDNA同源性很高。

MIH与脊椎动物中的赖氨酸血管加压素的理化性质相似, 靶器官是Y器官, 与Y器官分泌的蜕皮激素相互拮抗共同调节甲壳动物的蜕皮。除蜕皮前(蜕皮激素释放)阶段外, MIH都是通过抑制Y器官合成及分泌蜕皮激素, 起到抑制蜕皮的作用。在甲壳动物中, 切除眼柄能够引起血淋巴中蜕皮激素浓度的升高, 缩短蜕皮周期, 从而引起过早的蜕皮(Hopkins, 1982), 当注入眼柄内含物后, 则蜕皮激素降低, 延长蜕皮周期(Bruce and Chang, 1984; Chang et al., 1987)。同样, 体外注射重组MIH蛋白的研究则显示, 注射的重组蛋白能够抑制Y器官蜕皮激素的产生(Soumoff and O'Connor, 1982; Watson and Spaziani, 1985)。运用RNA干扰技



Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”. Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库